

Pakkausmuovien tutkiminen kotiolosuhteissa lämmittämällä

Elizaveta Lopatina

Empiirinen tutkimus-kurssin raportti

Muotoilun pääaine

Muotoilun laitos

Taiteiden ja suunnittelun korkeakoulu

Aalto-yliopisto

06.04.2021

TIIVISTELMÄ

Tutkimuksen aiheena on pakkausmuovien tutkiminen kotiolosuhteissa. Tarkoituksena on katsoa, että onko tavallista pakkausmuovia mahdollista kierrättää uuteen käyttötarkoitukseen itse kotona, esimerkiksi lämmittämällä sitä. Tavoitteeni on selvittää, onko tämä ylipäättään mahdollista, voiko tämä olla vaarallista tai voiko siitä kienties saada jotain käytettävää esinettä tai taidetta aikaan. Prosessin aikana tutkin, miten millainen muovi reagoi lämpöön. Miten tai onko niitä mahdollista muokata, esimerkiksi, miten ne kutistuu, millainen pinta niihin muodostuu tai miten niiden kovuus muuttuu lämmityksen jälkeen. Tutkin myös sitä, voiko erilaisia muoveja sulattaa yhteen.

Toteutin tutkimuksen käyttämällä kuumailmapuhallinta. Otin tutkimukseen mukaan seitsemän muovilaatua (PP, PE, PE-HD, PS, EPS, PET ja R-PET), joita kertyy kotien kierrätysmuovien joukkoon. Aloitin keräämällä erilaisia muovisia elintarvikepakkauksia ja selvittämällä niiden ominaisuuksia. Tämän jälkeen valmistelin muovit lämmitystä varten, tekemällä niistä samankokoiset palat. Kuumailmapuhaltimen avulla kuumensin muovit samalla etäisyydellä. Vertasin ja analysoin tuloksia.

Tulokset eivät ihan vastanneet odotuksiani. Lähes kaikki muovit kutistuivat liian nopeasti, ja muuttuivat koviksi. Kaikki läpinäkyvät muovit muuttuivat matta valkoisiksi ja mitkään muovit eivät sulanneet yhteen.

SISÄLLYSLUETTELO

Tiivistelmä	2
Sisällysluettelo	3
Johdanto	4
Menetelmä	5
Tulokset	13
Johtopäätökset	15
Lähdeluettelo	16

JOHDANTO

Muoveja tarvitaan nykyisin käytännössä kaikissa yhteiskunnan kannalta elintärkeissä toiminnoissa. Tällä hetkellä muovin vuosituotanto on 300 miljoonaa tonnia ja arvioiden mukaan se kaksinkertaistuu vuoteen 2030 mennessä. Suomessa käytetään muoveja tuotteiden valmistukseen noin 600 000 tonnia vuodessa. Kaikesta tuotetusta muovista noin 80% päättyy jätteeksi. (Lähde 1)

Muovilla on useita teknisiä ominaisuuksia, kuten kestävyys, lujuus, sähköneristävyys, vesitiiviys ja keveys. Lisäksi muoviraakaaineiden edullisuus sekä muoviesineiden tehokas valmistus ovat syy muovin laajaan käyttöön 1950-luvulta alkaen. (Lähde 2) Muovin ominaisuuksien takia, sitä käytetään paljon elintarvikepakkauksissa, ja hyvin nopeasti muovipakkauksia kertyy jokaisen ihmisen kotiin. Vaikka muovilla on monia hyviä ominaisuuksia, se on samalla haitallinen materiaali ekologialle. Sen hajoamattomuus luonnossa tekee siitä ympäristöongelman.

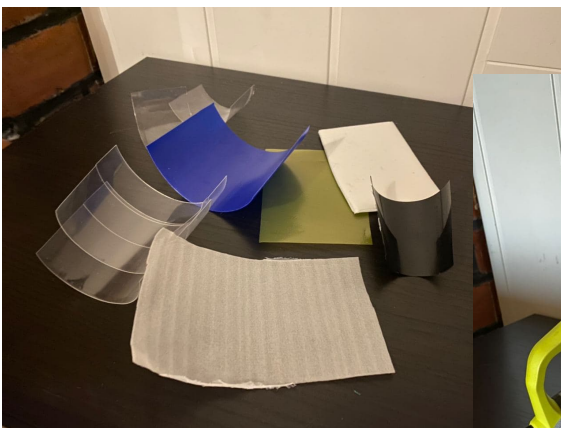
Kierrätysmuovia on viime vuosina käytetty paljon osana taidetta ja muotoilua. Koska muovijätettä syntyy valtavia määriä, tekemällä siitä taidetta ei pelasta maapalloa, mutta avaa kuitenkin uusia ovia kohti kestävämpää kehitystä ja parempaa tulevaisuutta. Muovi on kiinnostava materiaali ja päätin tutkia sen kierrättämistä lämmittämällä sitä kotiolosuhteissa. Minua kiinnostaisi antaa uutta elämää sellaiselle muoville, mitä me päivittäin heitämme roskeen. Kenties saan siitä jonkinlaista taidetta aikaan.

Tutkimus toteutetaan leikkaamalla muovit paloiksi ja lämmittämällä niitä kuumailmapuhaltimella. Tutkin, onko kuumennettuja muoveja mahdollista muokata tai sulattaa eri muovilaatuja yhteen. Tavoitteenani on selvittää, voiko elintarvike- tai pakkausmuoveja hyödyntää kotiloissa uuteen käyttöön.

MENETELMÄ

Otin tutkimukseen mukaan seitsemän erilaista muovilaatua: PP, PE, PE-HD, PS, EPS, PET ja R-PET. Nämä ovat yleisimmät muovit, joita käytetään elintarvikepakkauksissa. Tarkoituksena oli käyttää vain niitä muoveja, mitkä löytyy kotona ja mitkä voivat päätyä sekajätteeseen. Viikon aikana sain kerättyä ison kasan erillaisia muoveja. Ensin lajittelin ne ja otin jokaisesta muovilajista selvää. Kun sain tietoa muovien ominaisuuksista, valmistelin niitä lämmitystä varten. Tarkoituksena oli lopuksi verrata eri muoveja toisiinsa. Leikkasin muoveista suurin piirtein saman kokoiset palat, tämä auttaa vertaamista lopussa (Kuva 1). Toteutus tapahtuu lämmittämällä muovit saman ajan, samalla etäisyydellä. Lämmittämiseen käytin kuumailmapuhallinta.

Muoveja lämmittäessä, erittyy epämiellyttävä haju ja todennäköisesti myös erilaisia kaasuja, joten minä käytin kasvomaskia (Kuva 2). Lämmityksen toteutin saunassa, ison ikkunan ollessa auki. Näin epämiellyttävä haju ei päässyt muihin huoneisiin. Asetin muovipalat pellille, jotta ne eivät liimautuisi lattialle (Kuva 3). Asetin kuumailmapuhaltimen 27cm korkeudelle pellin piinnasta ja laitoin sen puhaltamaan 60 celsiusastetta. Oli tarkoitus lämmittää kaikki muovit jonkun tietyn ajan verran, mutta jo aika alussa ymmärsin, että ajan asettaminen on turhaan, sillä eri muovit reagoivat lämpöön eri tavalla. Lopuksi kokeilin sulattaa kahta eri muovia toisiinsa.



(Kuva 1: Paloiksi leikattuja muovinäytteitä)



(Kuva 2: Kuumailmapuhallin ja kasvomaski)



(Kuva 3: Puhaltimen ja muovipalojen asettaminen)

Tietoa muoveista, joita käytin tutkimuksessa:

PP - polypropeeni

Polypropeeni (lyhenne PP) on kevyt termoplastinen polymeeri, jota valmistetaan propeenista. Sitä käytetään useissa tarkoituksissa, kuten kalvoissa, kuiduissa, köysissä ja levyissä. Polypropeeni on erittäin vastustuskykyinen liuottimille, emäksille ja hapoille, eli se kestää hyvin kemikaaleja. Se on kiteinen muovi ja sivutuote öljyn



(Kuva 4: PP-muovit)

valmistuksessa. Polypropeenin kiteisyysaste on normaalisti 40–60 %, lämpökäsittelyllä jopa 70 %. Materiaali haurastuu matalissa lämpötiloissa. (Lähde 5)

Polypropeeni on melko turvallinen polymeeri. Sen sulamispiste on 160 °C, se kestää korkeita lämpötiloja, ja sitä käytetään sen vuoksi pakkauksissa, joita voi lämmitetään mikroaaltouunissa. Tästä muovista tehdyt astiat eivät myöskään sula astianpesukoneessa, eivätkä teollisessa täytössä. Materiaalilla on laaja käyttöalue, ja sitä käytetään usein elintarvikepakkauksissa esimerkiksi vuokina ja rasioina. Se kestää hyvin räsitusta, minkä ansiosta sitä voi taittaa ja taivuttaa monta kertaa ilman, että muovi murtuu. (Lähde 15)

Polypropeeni voidaan sulattaa ja käyttää uudelleen tai polttaa energiajakeena. Valmistustapana on pääasiassa ruiskupuristus sekä ekstrusointi. (Lähde 15)

PE - polyeteeni

Polyeteeni (lyhenne PE) eli polyetyleni on joukko polymeerejä ja niistä valmistettavia vahamaisen läpikuultavia kestonuoveja. Rakenteeltaan se on yksinkertainen polymeeri, joka pohjautuu hiilivetyihin, ja soveltuu sen ansiosta poltettavaksi. (Lähde 6)



(Kuva 5: PE-muovit)

Polyeteeni on halpaa, ja se on käytetyin muovin polymeerinen raaka-aine maailmassa. Polyeteenejä käytetään moneen tarkoitukseen kalvopakkauksista kuituihin ja paksuihin putkiin. Se soveltuu myös ihmisruumiin implantiksi, sillä yksinkertaisena hiilivetyinä se ei juurikaan reagoi muihin aineisiin. (Lähde 15)

Polyeteenit ovat keveitä. Ne ovat sitkeitä eivätkä kovin jäykkiä. Polyeteeneillä on hyvä kemikaalinkesto, lukuun ottamatta voimakkaita happoja. Se kestää myös kosteutta ja soveltuu käytettäväksi vedessä. Sillä on myös hyvä sähköneristävyys, hyvä kuumasaumautuvuus ja hyvä ekstruusiotyöstettävyys. Materiaali on joustavaa lämpötilojen suhteen ja kestää pakkasta. Sitä voi lämmittää mikroaaltouunissa. (Lähde 15)

Materiaalia valmistettaessa siihen ei lisätä kemikaaleja, eikä siitä irtoa kemikaaleja. Toisinaan voidaan lisätä väriaineita värillisiä tuotteita valmistettaessa. Polyeteenit soveltuvat hyvin elintarvikepakkauksiin. Tyypillisiä siitä valmistettuja tuotteita ovat pussit, pullot, kannet ja kalvot. Polyeteeniä valmistetaan kolmella menetelmällä, joista tuloksena on eri tiheys, joiden mukaan PE-laadut nimetään:

LD – low density, matala tiheys = suhteellisen pehmeä, helposti muovattava materiaali

MD – medium density, keskitiheä = hieman jäykempää kuin LDPE, pehmeämpää kuin HDPE

HD – high density = jäykempi, lujempi materiaali (Lähde 15)

PE-HD - suurtiheyspolyeteeni

Suurtiheyspolyeteeni on pehmeäpintainen, helposti työstettävä ja hyvin sääolosuhteita kestävä muovi. Se kestää hyvin pakkaset, eli soveltuu hyvin Suomen sääolosuhteisiin. Se kestää hyvin vettä, suolaliuoksia ja laimeita happoja, mutta huonosti voimakkaita happoja. Normaalilämpötilassa polyeteeni ei liukene mihinkään liuottimeen ja siksi PE-HD:n tyypillisiä käyttökohteita ovat teollisuuden putkistot sekä säiliöt ja altaat kemikaaliliuoksia varten. Myös kunnallistekniset putkistot ovat usein polyeteeniä. Suurtiheyspolyeteeni ylläpitää palamista. (Lähde 7)



(Kuva 6: PE-HD-muovit)

Muovin puolivalmisteena suurtiheyspolyeteenejä saa levyinä, tankoina ja putkina. Se on materiaalina helppoa työstää. Sitä voidaan työstää esimerkiksi lämpömuovaamalla tai hitsaamalla. Tyypillisiä PE-HD:n käyttökohteita ovat maahan asennettavat vesiputket, erilaiset säiliöt ja altaat. Siitä valmistetaan myös muovikasseja. (Lähde 8)

Muovikassien yleisin materiaali on polyteenikalvo. Se luokitellaan PE-HD ja PE-LD -kalvoihin. Koska HD on suuritiheyksistä polyeteeniä, siitä voi tehdä ohuita, rapisevia pusseja. Tyypillisesti Suomessa niitä käytetään hedelmäpusseina, mutta monissa muissa maissa HD on yleisin muovipussin materiaali. (Lähde 9)

PS - polystyreeni

Polystyreeni on polymeeri. Se on tavallinen, halpa kestopuovi, jota valmistetaan etyylibenseenistä. Se on kova, lasinkirkas puovi.

Huoneenlämmössä jäykkä, mutta voidaan muokata kuumentamalla.

Polystyreenistä on sekä kiteisiä että kiteettömiä muotoja, joista kiteinen on läpinäkyvä ja kiteetön hieman lujempi.

(Lähde 10)



(Kuva 7: PS-muovit)

PS käytetään kestävyytensä ja lämmöneristävyytensä ansiosta laajasti rakennusteollisuudessa ja rakentamisessa. Myös muita käyttökohteita on paljon: pakkaustuet, kertakäyttöastiat, erilaiset säilytyskotelot ja monet muut käyttökohteet. Polystyreeni voidaan hävittää polttamalla muun palavan aineksen mukana. Polystyreeniä ei kuitenkaan suositella poltettavaksi, koska sen rakenteessa on aromaattisia bentseenirenkaita ja sen palaessa voi vapautua polyaromaattisia hiilivetyjä. (Lähde 15)

Polystyreeni voidaan jaotella käyttötarkoituksensa perusteella eri luokkiin:

Normaali polystyreeni (PS)

Solupolystyreeni (EPS)

Iskunkestävä polystyreeni (HIPS)

Kopolymeerit (ABS)

(Lähde 15)

EPS - paisutettu PS

EPS, puhekielessä Styrox, on paisutettua polystyreenimuovia, jota käytetään kestävyytensä ja lämmöneristävyytensä ansiosta laajasti rakennusteollisuudessa, rakentamisessa sekä pakkausmateriaalina. (Lähde 11)



(Kuva 8: EPS-muovit)

EPS-eristelevy on polystyreenistä valmistettu rakennusmuovituote, jota käytetään lämmöneristeinä. EPS-materiaalin hyvä lämmöneristävyys ja suuri puristuskestävyys mahdollistavat sen laajan ja monipuolisen käytön. Eristelevyjen lisäksi muita EPS:stä valmistettavia tuotteita ovat putki- ja laite-eristeet, perustusjärjestelmät, kellukkeet ja laituriponttonit sekä muotokappaleet. (Lähde 12)

EPS-muovipakkaukset luetaan tuottajavastuun alaisiksi muovipakkauksiksi, jotka voidaan lajitella sekalaisten muovipakkausten keräykseen. Keräykseen toimitettavaa EPS-muovia ei kuitenkaan voi tällä hetkellä hyödyntää materiaalina, koska lajitteluprosessissa se murenee helposti. Materiaali on myös erittäin huokoista, minkä vuoksi siihen tarttuu helposti likaa ja nesteitä. EPS-muovi voidaan kuitenkin hyödyntää energiana. (Lähde 13)

EPS-tuotteet ovat 100 %:sti kierrätettävissä. EPS-rouhetta voidaan käyttää uusien EPS-tuotteiden valmistuksessa. (Lähde 15)

PET - polyeteenitereftalaatti

Polyeteenitereftalaatti eli PET on muovi, jota käytetään erityisesti pakkausteollisuudessa. Esimerkiksi virvoitusjuomapullot ja uuninkestävät muovivuoat on usein tehty PET:sta. PET on kestopuovi eli termoplastinen muovi. Se on hyvä materiaali elintarvikkeiden esillepanoon vakautensa, keveytensä ja läpinäkyvyytensä ansiosta. PET:n toisena etuna on 100 % kierrätettävyys, jolloin materiaalia voidaan käyttää uusien tuotteiden valmistukseen kerta toisensa jälkeen. Fleece-kankaat kudotaan PET-kuiduista, joita voidaan tehdä muun muassa kierrätetystä virvoitusjuomapullojätteestä. (Lähde 14)



(Kuva 9: PET-muovit)

PET:ia saa sekä kiteisenä että amorfisena. Ominaisuuksiltaan kiteinen ja amorfinen PET eroavat toisistaan hyvin paljon. Vaikka PET itsessään kestää korkeita lämpötiloja (250–260 °C), ei uuniin voi laittaa polyeteenitereftalaatin amorfista muotoa, vaan sen on oltava kiteisestä. (Lähde 15)

Kolme pakkauksissa yleisesti käytettyä PET-laatua ovat amorfinen PET (APET), kierrätetty PET (RPET) ja kiteinen PET (CPET). (Lähde 15)

R-PET - kierrätetty PET

RPET saadaan muovista, joka on jo kerran ollut käytössä, kuten PET-pullot. Muovi lajitellaan, puhdistetaan ja jauhetaan rakeiksi, jotka käsitellään niin, että niitä voidaan käyttää uusien tuotteiden valmistuksessa. (Lähde 15)



(Kuva 10: R-PET-muovit)

TULOKSET

(Kaikki kuvat ovat alla)

Kun lähdin lämmittämään muoveja, en oikeastaan paljon miettinyt lopputulosta. Päässäni pyörivät muutamat asiat, mitä luulin muoveille tapahtuvan niitä lämmittäessä. Esimerkiksi se, että muovit tulevat varmasti kutistumaan, mutta en ajatellut, että niin paljon ja niin nopeasti. Tosiaan, lähes kaikki muovit kutistuivat kasaan sekunneissa (Kuva 18), paitsi sininen PE-HD-muovi (Kuva 12). Tämä varmaan johtuu siitä, että se oli muihin verrattuna paksumpaa ja materiaaliltaan kovempaa. Myös keltainen PP-muovi ei kutistunut kasaan, vaan meni ryppyiseksi (Kuva 12). Tämä oli oikeastaan aika jännittävää, sillä keltainen PP-muovi on paljon ohuempaa, kuin sininen PE-HD-muovi. Luulen tämän johtuvan siitä, että molemmissa oli eri lämmitysaika, ja varmasti, jos lämmittäisin molempia pidempään, ne kutistuisivat kasaan myös.

Oli tosi jännittävää, miten EPS-muovi käyttäytyi sitä lämmittäessä. Se oikeastaan haihtui kokonaan (Kuva 14). EPS-muovista tehty verkko taas kutistui ja muuttui liilaksi, mutta ei haihtunut (Kuva 17). Tätä en valitettavasti pysty selittämään. Tämä oli minulle yllätys.

Kaikki läpinäkyvät muovit, esimerkiksi PP-, SP- ja PET-muovit, kutistuivat ja muuttuivat matta valkoisiksi, eli eivät jääneet läpinäkyviksi. Kuvassa 15, tämän voi nähdä PET-muovipullossa, jossa lämmitin pullon kaulaa pidempään ja se muuttui mattavalkoiseksi. Jos läpinäkyvää muovia lämmittää vielä pidempään, niin mattavalkoisen jälkeen se alkaa muuttua kellanruskeaksi ja kuplikkaaksi. Muistuttaa hieman palannutta.

Jotkut muovit yritin sulattaa toisiinsa, mutta mikään ei onnistunut. Muovit eivät mitenkään tarttuneet toisiinsa, vaan päinvastoin jokainen kutistui omaan kasaan. Jopa silloin, kun lämmitin muovit pitkään ja ne tuntui sulavan toisiinsa kiini, jäähtymisen jälkeen irtosivat toisista kuitenkin. Silloin, kun suunnittelin tätä tutkimusta, ajattelin, että olisi mielenkiintoista yrittää sulattaa hedelmä/vihannes verkkoa johonkin toiseen muoviin. Kuvittelin, että se näyttäisi hienolta, mutta se ei onnistunut. PE-muoviverkko sekunnissa kutistui hyvin pieneksi, tummaksi ja kovaksi. Kutistunut kasa ei muistuttanut enää verkkoa ja ei yhtään liimautunut toiseen muoviin (Kuva 13).

Yleisesti, lähes kaikki muovit kutistuivat ja lämmittämisen jälkeen muuttuivat koviksi. Mikään muovi ei ollut enää elastinen ja taipuisa, ja luultavasti murtuisi, jos sitä yrittäisi taivuttaa.



(Kuva 11: Kaikki muovit yhdessä)



(Kuva 12: PE-HD- ja PP-muovi)



(Kuva 13: PE-muoviverkko)



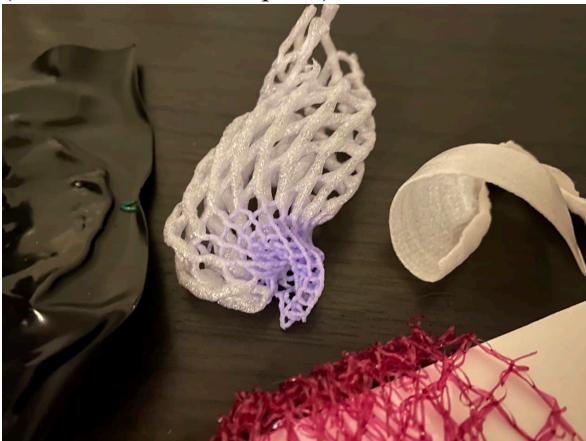
(Kuva 14: EPS-muovi)



(Kuva 15: PET-muovipullo)



(Kuva 16: PP-muovi)



(Kuva 17: EPS-muoviverkko)



(Kuva 18: Miten muovit kutistuivat)

JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimuksesta tein sellaisen johtopäätöksen, että muovia voi kierrättää uuteen käyttötarkoitukseen lämmittämällä sitä itse kotona, ja ainakin sitä voi käyttää taidetta varten. Muovia on viime vuosina käytetty paljon taiteessa, mutta jos siitä haluaisi saada jotain oleellista, mitä voisi jatkossa käyttää, niin se, pitää etukäteen huolillisesti miettiä. Muovi reagoi lämpöön tosi nopeasti, ja jos sitä haluaa muokata, niin pitää olla valmis reagoimaan nopeasti. Ennen prosessia kannattaa tarkasti miettiä, mitä ja miten haluaa tehdä.

Tutkimuksessa minulla ei ollut varsinaisesti mitään lopputulosta, mitä halusin saada aikaan, vaan tavoitteena oli tutkia, miten eri muovit reagoivat lämpöön, mitä niille tapahtuu. Tästä tutkimuksesta on hyvää jatkaa etenpäin ja mahdollisesti miettiä, mitä käytettävää muovista voisi tehdä kotiolosuhteissa. Tätä tutkimusta voi käyttää muiden tutkimuksien avuksi.

LÄHDELUETTELO

1. [Muovi – Wikipedia](#)
2. [Muovit ovat monipuolinen materiaaliryhmä | Muoviteollisuus ry \(plastics.fi\)](#)
3. Johanna, K. & Liisa, L. 2019. Hyvä, paha muovi
4. [Hyvä, paha muovi. Johanna Kohvakka, tietokirjailija... | by Johanna Kohvakka | Medium](#)

Muovit:

5. <https://fi.wikipedia.org/wiki/Polypropeeni>
6. <https://fi.wikipedia.org/wiki/Polyeteeni>
7. <https://www.aikolon.fi/blogi/kuukauden-muovi-pe-hd-suurtiheyspolyeteeni>
8. <https://fluorotech.fi/pe-hd>
9. <https://fi.wikipedia.org/wiki/Muovikassi>
10. <https://fi.wikipedia.org/wiki/Polystyreeni>
11. <https://fi.wikipedia.org/wiki/EPS-eristelevy>
12. <https://www.ukmuovi.fi/index.php/typography-2/ukorex-eps/mitae-eps-on>
13. <https://circhubs.fi/tietopankki/eps-muovi/>
14. <https://fi.wikipedia.org/wiki/Polyetyleenitereftalaatti>
15. <https://www.tingstad.com/se-fi/alla-kategorier/kunskapscenter/hallbarhet-ravaror/materialguide/materialguide-plast>